

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2003年11月6日 (06.11.2003)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/091157 A1(51) 国際特許分類: C01G 1/00, 3/00, C23C 14/08,
14/28, H01L 39/24, H01B 12/06, 13/00

(21) 国際出願番号: PCT/JP03/04932

(22) 国際出願日: 2003年4月17日 (17.04.2003)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ: 特願2002-125380 2002年4月26日 (26.04.2002) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友電
気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUS-
TRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒541-0041 大阪府 大阪市中央
区 北浜四丁目5番33号 Osaka (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 母倉 修司 (HA-
HAKURA, Shuji) [JP/JP]; 〒554-0024 大阪府 大阪市此
花区 島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社 大阪
製作所内 Osaka (JP). 大松 一也 (OHMATSU, Kazuya)
[JP/JP]; 〒554-0024 大阪府 大阪市此花区 島屋一丁目
1番3号 住友電気工業株式会社 大阪製作所内 Osaka
(JP).(74) 代理人: 中野 稔, 外 (NAKANO, Minoru et al.); 〒
554-0024 大阪府 大阪市此花区 島屋一丁目1番3号 住
友電気工業株式会社内 Osaka (JP).(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,
BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI,
NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK,

[続葉有]

(54) Title: PROCESS FOR PRODUCING OXIDE SUPERCONDUCTIVE THIN-FILM

(54) 発明の名称: 酸化物超電導薄膜の製造方法

第1段階のレーザー周波数での
レーザー照射

S1

第2段階のレーザー周波数での
レーザー照射

S2

S1...LASER IRRADIATION WITH FIRST-STAGE LASER
FREQUENCY
S2...LASER IRRADIATION WITH SECOND-STAGE LASER
FREQUENCY(57) Abstract: A process for producing an oxide superconduc-
tive thin-film through formation thereof on a substrate by the use
of laser deposition technique comprising irradiating a target with
laser beams and depositing the matter scattered from the target
thereby on a substrate including a single crystal substrate, wherein
the frequency of laser beams for target irradiation is divided into
at least two stages so that an oxide superconductive thin-film of
high critical current density can be formed.

(57) 要約:

ターゲットにレーザー光を照射し、ターゲットから飛散した物質を単結晶基板を
含む基板上に蒸着させるレーザー蒸着法により、基板上に酸化物超電導薄膜を形成
する製造方法であって、ターゲットに照射するレーザー光のレーザー周波数を少な
くとも2段階に分けて酸化物超電導薄膜を形成することにより、高い臨界電流密度
を有する酸化物超電導薄膜を形成できる酸化物超電導薄膜の製造方法を提供する。



SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN,
YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 補正書・説明書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

酸化物超電導薄膜の製造方法

技術分野

- 5 本発明は、酸化物超電導薄膜の製造方法に関するものであり、特に、レーザ蒸着法により、単結晶基板上に酸化物超電導薄膜を製造する方法に関するものである。

背景技術

- 10 単結晶基板上に超電導薄膜を蒸着する方法は、たとえば以下の文献に記載されている。

文献:B. Schey et al., "Large Area Pulsed Laser Deposition of YBCO Thin Films", IEEE TRANSACTIONS ON APPLIED SUPERCONDUCTIVITY, VOL. 9, NO. 2, JUNE 1999, pp. 2359-2362

- 15 この文献には、成膜方法としてレーザアブレーション法が用いられている。つまり、ターゲットにレーザを照射することでターゲットから飛散した物質を基板上に堆積することにより、酸化物超電導薄膜が基板上に形成される。

これにより、たとえば $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ (YBCO) などの酸化物超電導薄膜を広い面積に形成することができると記載されている。

- 20 しかしながら、上記文献に記載された方法では、高い臨界電流密度を得るための種々のプロセス条件をつかめていなかったため、その方法により得られる酸化物超電導薄膜では、臨界電流密度の特性は、低いものにとどまっていた。

発明の開示

- 25 それゆえ、本発明の目的は、従来例よりも高い臨界電流密度を有する酸化物超電導薄膜の製造方法を提供することである。

本発明の酸化物超電導薄膜の製造方法は、原料にレーザー光を照射し、原料から飛散した物質を基板上に蒸着させるレーザー蒸着法により、単結晶基板上に酸化物超電導薄膜を形成する酸化物超電導薄膜の製造方法であって、原料に照射するレーザー光のパルス照射の繰り返し周波数（以下、レーザー周波数と称する。）を少な

くとも２段階に分けて酸化物超電導薄膜を形成することを特徴とするものである。

レーザーは、エキシマレーザー（ArFレーザー：波長193nm、KrFレーザー：波長248nm、XeClレーザー：波長308nmがある。）を用いることができる。

- 5 本願発明者らは、鋭意検討した結果、レーザー周波数を少なくとも２段階に分けて酸化物超電導薄膜を形成することにより、単一のレーザー周波数で酸化物超電導薄膜を成膜する場合よりも、高い臨界電流密度を有する酸化物超電導薄膜を形成できることを見出した。

通常、酸化物超電導薄膜の成膜過程は、基板表面に種結晶が形成される種結晶形成過程と、その種結晶から結晶が成長する結晶成長過程とに分けることができる。

- 10 本発明では、レーザー周波数を少なくとも２段階に分けることにより、第１段階目のレーザ周波数を種結晶の形成に適した周波数とするとともに、第２段階目のレーザ周波数を結晶成長に適した周波数とすることができる。これにより、高い臨界電流密度を有する酸化物超電導薄膜を形成することができる。

- 15 上記の酸化物超電導薄膜の製造方法において、好ましくは、第１段階のレーザー周波数が第２段階のレーザー周波数よりも小さい。

このようにレーザー周波数を具体的に制御することによって、上述したようなさらに高い臨界電流密度を有する酸化物超電導薄膜を製造することが可能となる。

上記の酸化物超電導薄膜の製造方法において、好ましくは、１パルスあたりのエネルギー（以下、レーザーパワーと称する。）が400mJ以上である。

- 20 このようにレーザーパワーを設定することによって、臨界電流密度の高い酸化物超電導薄膜を得ることができる。

上記の酸化物超電導薄膜の製造方法において、好ましくは、レーザー蒸着時の基板の温度が600℃以上1200℃未満である。

- 25 このように基板の温度を設定することにより、臨界電流密度の高い酸化物超電導薄膜を得ることができる。

上記の酸化物超電導薄膜の製造方法において、レーザー蒸着時のガス圧力は、1.33Pa以上100Pa以下であり、好ましくは、1.33Pa以上66.66Pa以下である。

このようにガス圧力を設定することにより、臨界電流密度の高い酸化物超電導薄

膜を得ることができる。

上記の酸化物超電導薄膜の製造方法において、好ましくは、レーザー蒸着時の雰囲気中に酸素が含まれている。

5 このように酸素が含まれていることにより、臨界電流密度の高い酸化物超電導薄膜を得ることができる。

上記の酸化物超電導薄膜の製造方法において、好ましくは、酸化物超電導薄膜は、RE 1 2 3 構造を有し、かつREが希土類元素およびイットリウム元素の少なくともいずれかを含む材質からなっている。

10 このように大電流通電が可能なRE 1 2 3 構造の酸化物超電導薄膜を用いることによって、電力用途に好適な酸化物超電導薄膜を得ることができる。

なお、本願明細書における「RE 1 2 3 構造」とは、 $RE_xBa_yCu_zO_{7-d}$ において、 $0.7 \leq x \leq 1.3$ 、 $1.7 \leq y \leq 2.3$ 、 $2.7 \leq z \leq 3.3$ であることを意味する。また、「RE 1 2 3 構造」のREは、希土類元素およびイットリウム元素の少なくともいずれかを含む材質を意味する。

15

図面の簡単な説明

図1は、本発明の一実施の形態における酸化物超電導薄膜の製造方法を説明するための図である。

20 図2は、レーザー蒸着法におけるレーザー光のレーザー周波数を2段階に分けて酸化物超電導薄膜を形成する工程を示す図である。

図3は、本発明の一実施の形態における酸化物超電導薄膜の構成を概略的に示す断面図である。

図4は、レーザー蒸着法時のガス圧と液体窒素中における自己磁場下での $H_0Ba_2Cu_3O_x$ (H_0BCO) 超電導層の臨界電流密度の関係を示す測定結果である。

25

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について図に基づいて説明する。

図1は、本発明の一実施の形態における酸化物超電導薄膜の製造方法を示す図である。図1を参照して、まずターゲット（原料）1に対して基板10が所定角度だ

け傾いた状態でヒータ 2 上に配置される。この傾斜状態で基板 10 の所定部分をマスク（図示せず）で覆い、レーザーアブレーション法によりターゲット 1 にレーザー光 3 が照射される。これにより、ターゲット 1 から飛散された物質（ブルーム）4 が、基板 10 の露出表面に蒸着されることにより酸化物超電導薄膜が形成される。

- 5 このターゲット 1 に照射するレーザー光のレーザー周波数は、図 2 に示すように 2 段階（ステップ S 1、S 2）に分けられる。また、第 1 段階目のレーザー照射（ステップ S 1）におけるレーザー周波数は、第 2 段階目のレーザー照射（ステップ S 2）のレーザー周波数よりも小さいことが好ましい。またこのレーザー照射において、レーザーパワーは、好ましくは 400 mJ 以上であり、より好ましくは 600 mJ 以上であり、さらに好ましくは 800 mJ ~ 1000 mJ である。

またレーザー蒸着時の基板 10 の温度は、好ましくは 600℃以上 1200℃未満であり、より好ましくは 800℃以上 1200℃未満である。

またレーザー蒸着時のガス圧力は 1.33 Pa 以上 66.66 Pa 以下であることが好ましく、レーザー蒸着時の雰囲気中に酸素が含まれていることが好ましい。

- 15 なお、上記においては、2 段階にレーザ周波数を変えた場合について説明したが、レーザ周波数は 3 段階以上に換えられてもよい。

次に、上記の製造方法により形成される酸化物超電導薄膜について説明する。

- 図 3 は、本発明の一実施の形態における酸化物超電導薄膜の構成を概略的に示す断面図である。図 3 を参照して、酸化物超電導薄膜 13 は、基板 10 上に形成されている。この基板 10 は、サファイア単結晶基板 11 と、たとえば酸化セリウムよりなる中間層 12 とを有している。この酸化物超電導薄膜 13 は、たとえば $\text{HoBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$ よりなっており、膜厚 T を有している。

なお、酸化物超電導薄膜 13 は、サファイア単結晶基板 11 上に直接形成されていてもよい。

- 25 以下、本発明の実施例について説明する。

（実施例 1）

アルミン酸ランタン単結晶基板上に XeCl エキシマレーザー（波長 308 nm）を用い、レーザーアブレーション法により、ホルミウム系超電導薄膜（ $\text{HoBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$: HoBCO ）を形成した。その際、レーザーの繰返し周波数をパラメー

タとして変化させた。第1ステップの繰返し周波数で10分間成膜した後、第2ステップの繰返し周波数で10分間成膜した。なお、成膜時の雰囲気は酸素ガスを13.3Paとし、基板温度を900℃とし、レーザーのパワーを900mJとして各々一定とした。超電導層の特性を見るために、HoBCO超電導層の液体窒素中における自己磁場下での臨界電流密度の測定を実施した。その結果を表1に示す。

表1

第1段階と第2段階のレーザー繰返し周波数とHoBCO超電導層の液体窒素中における自己磁場下での臨界電流密度

第2段階周波数(Hz) 第1段階周波数(Hz)	1	5	20	40	100	200
1	0.9	1.9	3.0	2.8	1.5	1.3
5	0.4	0.7	3.0	4.0	3.2	1.8
20	0.3	0.4	0.8	2.0	1.8	1.5
40	0.2	0.3	0.4	0.8	1.2	1.2
100	0.1	0.1	0.3	0.3	0.6	1.2
200	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	1.1

表1の結果より、レーザーの繰返し周波数において、第1ステップの繰返し周波数が第2ステップの繰返し周波数よりも小さいときに、臨界電流密度が高くなっていることがわかる。

(実施例2)

アルミン酸ランタン単結晶基板上にレーザーアブレーション法により、ホルミウム系超電導薄膜 ($\text{HoBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$: HoBCO) を形成した。その際、レーザーエネルギーをパラメータとして変化させた。なお、成膜時には、第1ステップでは5Hzの繰返し周波数で10分間成膜した後、第2ステップでは40Hzの繰返し周波数で10分間成膜した。成膜雰囲気は酸素ガスを13.3Paとし、基板温度を900℃として各々一定とした。超電導層の特性を見るために、HoBCO超電導層の液体窒素中における自己磁場下での臨界電流密度の測定を実施した。その結果を表2に示す。

表 2

レーザーパワーとHoBCO超電導層の液体窒素中における自己磁場下での臨界密度

レーザーパワー (mJ)	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
HoBCO超電導層 の臨界電流密度 (MA/cm ²)	0.2	0.3	1.5	2.3	2.8	3.4	3.6	4.0	3.8

表 2 の結果より、レーザーエネルギーが 400 mJ 以上のとき、臨界電流密度が高
5 くなっていることがわかる。

(実施例 3)

アルミン酸ランタン単結晶基板上にレーザーアブレーション法により、ホルミウ
ム系超電導薄膜 ($\text{HoBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$: HoBCO) を形成した。その際、基板温度
をパラメータとして変化させた。なお、成膜時には、第 1 ステップでは 5 Hz の繰
10 返し周波数で 10 分間成膜した後、第 2 ステップでは 40 Hz の繰返し周波数で 1
0 分間成膜した。成膜雰囲気は酸素ガスを 13.3 Pa とし、レーザーのパワーを
900 mJ として各々一定とした。超電導層の特性を見るために、HoBCO 超電
導層の液体窒素中における自己磁場下での臨界電流密度の測定を実施した。その結
果を表 3 に示す。

15 表 3

基板温度と超電導層の液体窒素中における自己磁場下での臨界密度

基板温度 (°C)	400	500	600	800	900	1000	1100	1200
HoBCO の臨界電流密 度 (MA/cm ²)	0.1	0.3	1.8	3.1	4.0	3.8	3.5	0.3

表 3 の結果より、基板温度が 600 °C 以上 1200 °C 未満のとき、臨界電流密度
が高くなることがわかる。

20 (実施例 4)

アルミン酸ランタン単結晶基板上にレーザーアブレーション法により、ホルミウ
ム系超電導薄膜 ($\text{HoBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$: HoBCO) を形成した。その際、成膜酸素
ガスの圧力をパラメータとして変化させた。なお、成膜時には、第 1 ステップでは

- 5 Hz の繰返し周波数で 10 分間成膜した後、第 2 ステップでは 40 Hz の繰返し周波数で 10 分間成膜した。基板温度を 900℃とし、レーザーのパワーを 900 mJ として各々一定とした。超電導層の特性を見るために、HoBCO 超電導層の液体窒素中における自己磁場下での臨界電流密度の測定を実施した。その結果を表 4 および図 4 に示す。

表 4

ガス圧と HoBCO 超電導層の液体窒素中における自己磁場下での臨界電流密度

ガス圧 (Pa)	0.07	0.13	1.33	6.67	13.33	26.66	66.66	100	133.3
HoBCO の 臨 界電流密度 (MA/cm ²)	0.1	0.3	1.2	2.7	4.0	2.8	2.2	1.1	0.2

- 表 4 および図 4 の結果より、ガス圧が 1.33 Pa 以上 100 Pa 以下のとき、臨界電流密度が高くなり、1.33 Pa 以上 66.66 Pa 以下のとき、臨界電流密度がさらに高くなりことがわかる。

(実施例 5)

- アルミン酸ランタン単結晶基板上にレーザーアブレーション法により、ホルミウム系超電導薄膜 ($\text{HoBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$: HoBCO) を形成した。その際、成膜雰囲気
- 15 気のガス種をパラメータとして変化させた。なお、成膜時には、第 1 ステップでは 5 Hz の繰返し周波数で 10 分間成膜した後、第 2 ステップでは 40 Hz の繰返し周波数で 10 分間成膜した。基板温度を 900℃とし、レーザーのパワーを 900 mJ とし、雰囲気ガス圧を 13.33 Pa として各々一定とした。超電導層の特性
- 20 を見るために、HoBCO 超電導層の液体窒素中における自己磁場下での臨界電流密度の測定を実施した。その結果を表 5 に示す。

表 5

ガス種とHoBCO超電導層の液体窒素中における自己磁場下での臨界電流密度

ガス種	アルゴン	酸素	水素	二酸化窒素	一酸化二窒素
HoBCOの臨界電流密度 (MA/cm ²)	0.1	4.0	0.2	0.3	0.3

表 5 の結果より、ガス種が酸素のとき、臨界電流密度が高いことがわかる。

- 5 今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

10 産業上の利用可能性

以上説明したように本発明の酸化物超電導薄膜の製造方法によれば、レーザー周波数を少なくとも 2 段階に分けることにより、第 1 段階目のレーザー周波数を種結晶の形成に適した周波数とするとともに、第 2 段階目のレーザー周波数を結晶成長に適した周波数とすることができる。これにより、高い臨界電流密度を有する酸化物超

- 15 電導薄膜を形成することができる。

請求の範囲

1. 原料にレーザー光を照射することにより前記原料から飛散した物質を単結晶基板上に蒸着させるレーザー蒸着法により、前記単結晶基板上に酸化物超電導薄膜を形成する酸化物超電導薄膜の製造方法であって、前記原料に照射する前記レーザー光のレーザー周波数を少なくとも2段階に分けて前記酸化物超電導薄膜を形成することを特徴とする、酸化物超電導薄膜の製造方法。
5
2. 第1段階のレーザー周波数が第2段階のレーザー周波数よりも小さいことを特徴とする、請求項1に記載の酸化物超電導薄膜の製造方法。
10
3. レーザーパワーが400mJ以上であることを特徴とする、請求項1または2に記載の酸化物超電導薄膜の製造方法。
4. 前記レーザー蒸着時の前記単結晶基板の温度が600℃以上1200℃未満であることを特徴とする、請求項1～3のいずれかに記載の酸化物超電導薄膜の製造方法。
15
5. 前記レーザー蒸着時のガス圧力が1.33Pa以上100Pa以下であることを特徴とする、請求項1～4のいずれかに記載の酸化物超電導薄膜の製造方法。
20
6. 前記レーザー蒸着時のガス圧力が1.33Pa以上66.66Pa以下であることを特徴とする、請求項1～4のいずれかに記載の酸化物超電導薄膜の製造方法。
7. 前記レーザー蒸着時の雰囲気中に酸素が含まれていることを特徴とする、請求項1～6のいずれかに記載の酸化物超電導薄膜の製造方法。
25
8. 前記酸化物超電導薄膜はRE123構造を有し、かつREが希土類元素およびイットリウム元素の少なくともいずれかを含む材質からなることを特徴とする、請求項1～7のいずれかに記載の酸化物超電導薄膜の製造方法。

補正書の請求の範囲

[2003年9月18日(18.09.03)国際事務局受理：出願当初の請求の範囲

1及び2は補正された；他の請求の範囲は変更なし。(2頁)]

1. (補正後) 原料にレーザー光を照射することにより前記原料から飛散した物質を単結晶 基板上に蒸着させるレーザー蒸着法により、前記単結晶基板上に酸化物超電導薄膜を形成する酸化物超電導薄膜の製造方法であって、前記原料に照射する
5 前記レーザー光のレーザー周波数を少なくとも2段階に分けて、第2のレーザー周波数を第1のレーザー周波数を越えて100倍未満とし、前記酸化物超電導薄膜を形成することを特徴とする、酸化物超電導薄膜の製造方法。
2. (補正後) 第1のレーザー周波数が1Hz以上、20Hz未満においては、第
10 2のレーザー周波数が第1のレーザー周波数の2倍以上、40倍以下で、第1のレーザー周波数が20Hzにおいては、第1のレーザー周波数の2倍以上、5倍以下であることを特徴とする、請求項1に記載の酸化物超電導薄膜の製造方法。
3. レーザーパワーが400mJ以上であることを特徴とする、請求項1または2
15 に記載の酸化物超電導薄膜の製造方法。
4. 前記レーザー蒸着時の前記単結晶基板の温度が600℃以上1200℃未満であることを特徴とする、請求項1～3のいずれかに記載の酸化物超電導薄膜の製造方法。
20
5. 前記レーザー蒸着時のガス圧力が1.33Pa以上100Pa以下であることを特徴とする、請求項1～4のいずれかに記載の酸化物超電導薄膜の製造方法。
6. 前記レーザー蒸着時のガス圧力が1.33Pa以上66.66Pa以下であることを特徴とする、請求項1～4のいずれかに記載の酸化物超電導薄膜の製造方法。
25
7. 前記レーザー蒸着時の雰囲気中に酸素が含まれていることを特徴とする、請求項1～6のいずれかに記載の酸化物超電導薄膜の製造方法。

補正された用紙 (条約第19条)

8. 前記酸化物超電導薄膜はRE 1 2 3 構造を有し、かつREが希土類元素およびイットリウム元素の少なくともいずれかを含む材質からなることを特徴とする、請求項1～7のいずれかに記載の酸化物超電導薄膜の製造方法。

条約第19条(1)に基づく説明書

請求の範囲第1項は、レーザー蒸着法による酸化物超電導薄膜を製造する方法において、レーザー光の第2のレーザー周波数を第1のレーザー周波数を越えて、100倍未満とするという構成要件を加えることにより、大きな臨界電流密度の酸化物超電導薄膜が得られることを明確にした。

請求の範囲第2項は、第1のレーザー周波数が1Hz以上、20Hz未満においては、第2のレーザー周波数を第1のレーザー周波数の2倍以上、40倍以下で、第1のレーザー周波数が20Hzにおいては、第1のレーザー周波数の2倍以上、5倍以下とするという構成要件を加えることにより、より大きな臨界電流密度の酸化物超電導薄膜が得られることを明確にした。

これに対し、引用例(特開平4-212214)は、レーザー蒸着法(レーザーアブレーション法)において、初期の成膜速度を低速に、その後、高速とすること、及び実施例において、第1のレーザー周波数周波数として1Hz、第2のレーザー周波数として100Hzの1点を開示しているのみである。

本発明は、レーザー蒸着法のレーザー光のレーザー周波数に関し、第1のレーザー周波数に対し、特定の第2レーザー周波数を規定して製造した超電導薄膜により、従来にない大きな臨界電流密度の超電導薄膜を得るという効果を得たものである。

本発明の補正の内容は、明細書の実施例1の表1に記載され、新規事項を加えるものではなく、また、引用例に本発明の効果を示す示唆がなく、当業者が容易に到達できるものでなく、よって本発明は新規なものであり、かつ進歩性を有するものである。

FIG. 1

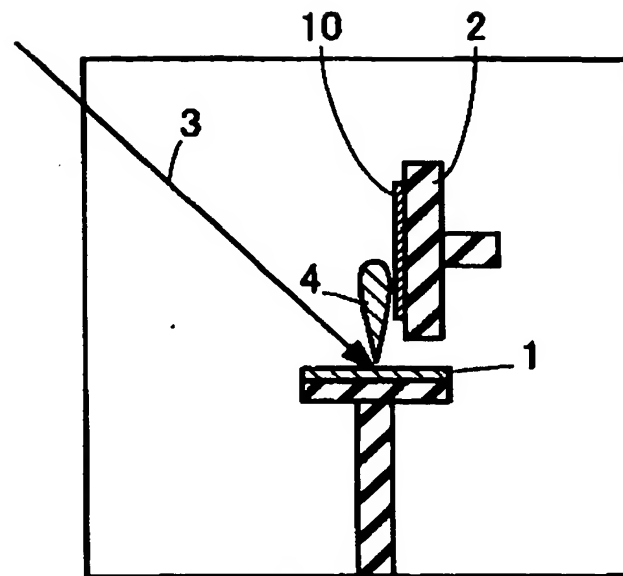


FIG. 2

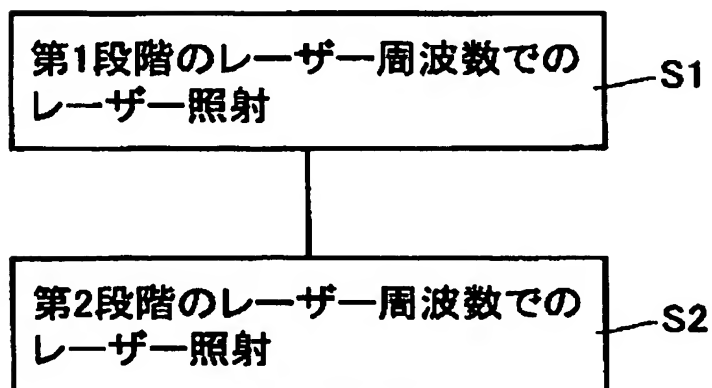


FIG. 3

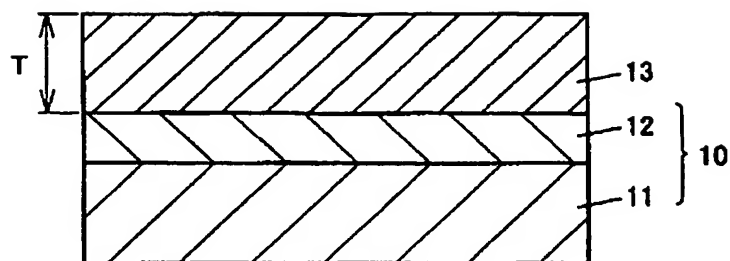
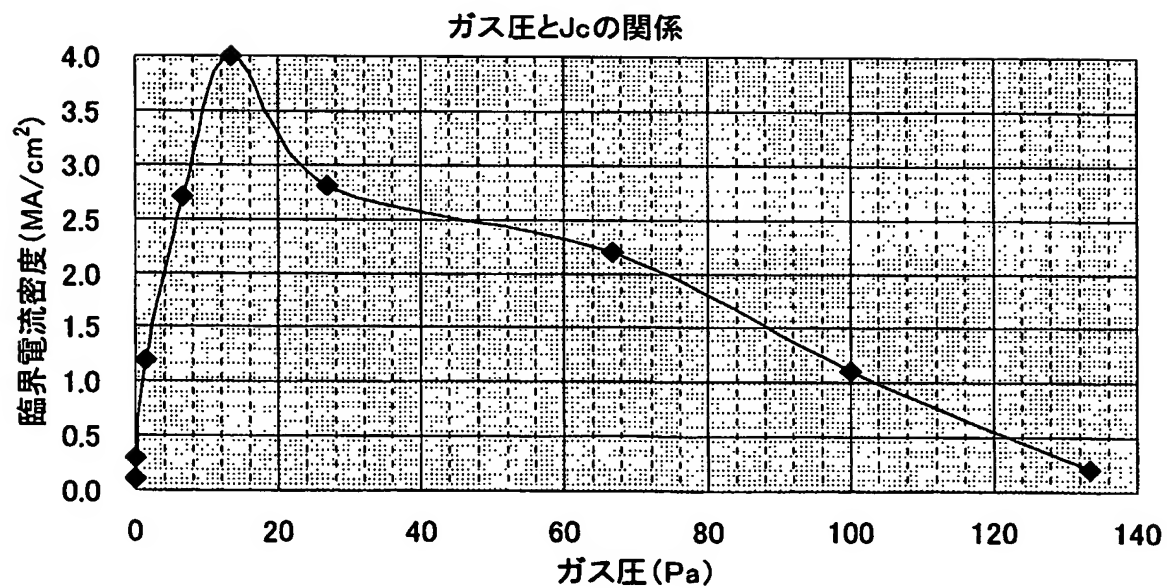


FIG. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/04932

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ C01G1/00, 3/00, C23C14/08, 14/28, H01L39/24, H01B12/06,
13/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ C01G1/00, 3/00, C23C14/08, 14/28, H01L39/24, H01B12/06,
13/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
WPI (DIALOG)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 4-212214 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 03 August, 1992 (03.08.92), Abstract; Claims; examples (Family: none)	1, 2, 4-8 3
Y	JP 6-132571 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 13 May, 1994 (13.05.94), Examples (Family: none)	3

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 July, 2003 (07.07.03)

Date of mailing of the international search report
22 July, 2003 (22.07.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl¹ C01G 1/00, 3/00, C23C14/08, 14/28,
H01L39/24, H01B12/06, 13/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl¹ C01G 1/00, 3/00, C23C14/08, 14/28,
H01L39/24, H01B12/06, 13/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2003年
日本国実用新案登録公報 1996-2003年
日本国登録実用新案公報 1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI (DIALOG)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 4-212214 A (住友電気工業株式会社) 1992.08.03	1, 2, 4-8
Y	要約 特許請求の範囲 実施例 (ファミリーなし)	3
Y	J P 6-132571 A (住友電気工業株式会社) 1994.05.13	3
	実施例 (ファミリーなし)	

☐ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07.07.03

国際調査報告の発送日

22.07.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
平塚 政宏

4G 9041

電話番号 03-3581-1101 内線 3465